

## 牛の肉の脂肪交雑に対する成長ホルモンの影響

和田 宏<sup>a)</sup>・高 光斗<sup>b)</sup>・奥島史朗・Ida Bagus DJAGRA<sup>c)</sup>

(附属農場)

Received July 1, 1983

### Effect of Growth Hormone on Fat Deposit in Muscle of Cattle

Hiroshi WADA<sup>a)</sup>, Gwang-Du GOH<sup>b)</sup>,  
Shiro OKUSHIMA and Ida Bagus DJAGRA<sup>c)</sup>  
(Research Farm)

Thirty heads of fattened steer of Japanese Black breed were employed for this study. Their blood were taken at the time of slaughter, heparinized and centrifuged for separation of plasma. The plasma was determined for concentration of growth hormone and other hormones, lipids and its components.

Correlation between concentration of growth hormone and other components in the plasma was studied.

There was a negative correlation between concentration of growth hormone and degree of fat deposit in eye muscle. This shows that growth hormone is a negative factor for fat deposit in the muscle and it is suggested that factors increasing secretion of the hormone should be avoided in finishing period of fattening cattle.

### 緒 言

成長ホルモン (GH) は蛋白質蓄積, 組織の糖酸化, 骨端軟骨の成長促進などの作用がある<sup>2)</sup>. また GH は Ca の尿中排泄を増すと共に Ca の腸管からの吸収を増す. 後者の作用が前者の作用を凌ぐので Ca 平衡はプラスになる<sup>6)</sup>. このように GH は Ca 代謝にも影響し, 甲状腺ホルモンおよび唾液腺ホルモンと共に骨格, 軟骨などの硬組織の発育を刺激する<sup>6)</sup>.

一方, 成長ホルモンは窒素の排泄を抑制し組織蛋白質を増加する. またアミノ酸の異化を抑制して血清アミノ酸の量を増加し, 細胞への供給を増すことによって本来の主作用である蛋白質の同化蓄積作用を示す<sup>6,16)</sup>. 糖代謝においてはインスリンに拮抗して血糖量を増し, 脂質代謝においては脂肪組織に作用して脂肪の動員・分解を促し血中の遊離脂肪酸量を著しく高め<sup>1,3,12,13,14)</sup>, 赤血球生成を刺激することも知られている<sup>5)</sup>. これらは肉の生産において赤肉の生産には好都合であるが, 肉の脂肪交雑には明らかに不都合であることを示唆する. 泌乳に関しては特に牛では GH はプロラクチンと共に重要なホルモンである<sup>9)</sup>. 体尺, 体重の増加につれて下垂体および血中の GH の量が減少するが<sup>18)</sup>, 産肉ならびに肥育生理における GH の研究はわずかにみられるのみである<sup>8)</sup>. 本研究は産肉における GH の意義, とくにロース芯の脂肪交雑との関係を明らかにするために行ったものである. 血漿 GH と血漿の中性脂肪そ

a) 岡山大学名誉教授, Professor Emeritus, Okayama University

b) 江原大学校農科大学, 大韓民国江原道春川市, College of Agriculture, Gangweon National University Chuncheon, Gangweon-Du, Korea

c) ウダヤナ大学獣医畜産学部, インドネシア, バリ, デンパサル, FKHP, Udayana University, Denpasar, Bali, Indonesia

の他の脂質の濃度, ロース芯の脂肪交雑との相関に関し報告する.

## 材 料 と 方 法

供試牛および材料は前報<sup>20)</sup>において用いたものと同一のものである. すなわち昭和56年12月開催の岡山県枝肉共進会に出品した牛のうち任意の30頭のと殺時血液をヘパリン加容器に採取し遠心分離によって血漿を採った. 血漿中のGHはHGHリアキット(ダイナポート)を用い2抗体法に基づき測定した. その他のホルモンおよび脂質などの測定は別報において述べた方法を用いた. すなわち中性脂肪(TG), 過酸加脂肪(LPO), 総コレステロール(TCh), エステル型コレステロール(ECh)などの脂質は別法<sup>7,20,21)</sup>により, 遊離脂肪酸(NEFA), 高比重リポ蛋白質(HDL), 低比重リポ蛋白質(LDL)など, 甲状腺刺激ホルモン(TSH), トリヨードサイロニン( $T_3$ ), サイロキシニン( $T_4$ )など, 総蛋白質(TP), Ca, Mg, 無機リン(IP)などはこれまで別報などに述べた方法<sup>7,20,21)</sup>により測定した.

## 結 果

肥育中の血漿GHの濃度の平均値およびS. E.は $1.011 \pm 0.076$  ng/mlであった. ロース芯の脂肪交雑1~2の牛群(低脂肪交雑牛群, 13頭)とそれが2.5~4.5の牛群(高脂肪交雑牛群, 17頭)に分けた場合, GH濃度の平均値およびS. E.は前者が $1.031 \pm 0.126$  ng/ml, 後者が $0.996 \pm 0.096$  ng/mlであって前者が少々高かった.

血漿GH濃度[X]とロース芯の脂肪交雑値(FD)[Y]の相関係数および回帰式の係数は全頭数(30頭), 低FD牛群, 高FD牛群の場合夫々Table 1の如くであった.

Table 1 Correlation coefficient between concentration of plasma growth hormone and fat deposit in the eye muscle

| Steer                   | Correlation coefficient | Regression coefficient |        |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------|
|                         | r                       | a                      | b      |
| Total steers            | -0.242                  | 0.271                  | -0.098 |
| 30 steers, FD*=1.0~4.5  |                         |                        |        |
| Low Fat Deposit Steers  | -0.213                  | 1.533                  | -0.297 |
| 13 steers, FD=1.0~2.0   |                         |                        |        |
| High Fat Deposit Steers | -0.48                   | 1.894                  | -0.265 |
| 17 steers, FD=2.5~4.5   |                         |                        |        |

\* Fat deposit.

Table 2 Correlation coefficient between concentration of plasma growth hormone and fat deposit or other plasma component including lipids and hormones

| Item   | Total Steers<br>FD=1.0-4.5<br>n=30<br>Corr. Coeff. | Low FD Steers<br>FD=1.0-2.0<br>n=13<br>Corr. Coeff. | High FD Steers<br>FD=2.5-4.5<br>n=17<br>Corr. Coeff. |
|--------|--|---|--|
| GH:FD  | -0.242   | -0.213  | -0.480 <sup>(*)</sup>                                |
| GH: TG | -0.044   | 0.040   | -0.026   |
| : NEFA | 0.053  | 0.282   | -0.177   |
| : LPO  | -0.445*  | -0.557*   | -0.391   |
| : TCh  | -0.100   | 0.242   | -0.304   |
| : ECh  | 0.388*   | 0.318   | 0.258  |

(To be continued.)

Table 2 (continued)

| Item                | Total Steers<br>FD=1.0-4.5<br>n=30<br>Corr. Coeff. | Low FD Steers<br>FD=1.0-2.0<br>n=13<br>Corr. Coeff. | High FD Steers<br>FD=2.5-4.5<br>n=17<br>Corr. Coeff. |
|---------------------|--|---|--|
| GH : HDL            | -0.148   | 0.185   | -0.378   |
| : LDL               | -0.169   | -0.901**  | -0.492*  |
| GH : T <sub>4</sub> | 0.0357   | 0.204   | 0.065  |
| : T <sub>3</sub>    | 0.178  | 0.531(*)  | -0.119   |
| : TSH               | -0.254   | -0.200  | -0.329   |
| : Ins               | 0.017  | -0.172  | 0.149  |
| : Cort              | 0.112  | 0.345   | 0.137  |
| : LH                | 0.220  | 0.266   | 0.161  |
| : TP                | -0.098   | -0.214  | 0.022  |
| : Ca                | 0.071  | -0.165  | 0.017  |
| : Mg                | 0.212  | -0.563*   | -0.135   |
| : IP                | -0.092   | -0.333  | -0.417   |

\* P &lt; 0.05.

\*\* P &lt; 0.01.

(\*) approximately almost significant at 0.05.

血漿 GH 濃度 [X] と TSH, T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, Ins, Cort, LH などの血漿ホルモン濃度 [Y], TG, NEFA, LPO, TCh, ECh, HDL, LDL などの脂質 [Y], Mg, Ca, IP, TP などの血漿成分の濃度 [Y] との相関係数を Table 2 に示した。

## 考 察

### 1. 血漿 GH と無機成分の関係

血漿の GH の濃度と Mg 濃度の間には有意な負の相関がある。血漿 Mg 濃度は甲状腺除去、冬眠動物<sup>11,15,19)</sup>、脂肪交雑の進んだ肥育末期牛<sup>10)</sup> など体内代謝活動の小さい動物において高く、一方、甲状腺ホルモン投与<sup>17)</sup>、またはヨードカゼイン投与<sup>4)</sup> など代謝活動の旺んだ動物において低いことが証明されている。これは Mg が諸酵素の賦活物質として代謝活動に必要な要素であり、組織の Mg 要求量の小さい低代謝活動時には血中 Mg 濃度は高くなり、高代謝活動時には血中 Mg 濃度は低下することを示すものである。血中 Mg には遊離 Mg と組織 Mg (血漿蛋白質結合 Mg) があるが牛の脂肪交雑と血清 Mg 濃度の間には正相関の傾向があり<sup>10)</sup>、ヘパリン処理血液の血漿 Mg 濃度との間には有意な負の相関のあることを示した<sup>6)</sup>。これはヘパリンの強陰イオン作用により血漿の遊離 Mg が沈澱除去されており、甲状腺機能低下時の組織結合 Mg 濃度の小さいことを示している。

血漿の GH と Mg の濃度間の負の相関は GH が代謝活動を刺激することによる。すなわち GH は血清のアミノ酸の濃度を増し、蛋白質を合成すると共に脂肪の分解による血糖の生成促進によりエネルギー生成 (calorigenesis) を刺激し、それによって血清のアミノ酸および蛋白質の濃度を保全する作用がある。従って GH により脂肪の蓄積および蓄積脂肪の低下・減少を招くので GH は後述する如く脂肪交雑の阻害因子となる<sup>20)</sup>。

血漿 GH は IP と低脂肪交雑牛群では負相関の傾向、高脂肪交雑牛群では可成り高い負相関の傾向があった。IP も Mg と同様に低代謝活動時には組織・細胞での要求量が減少し、血中濃度が増加することを示すものである。

血漿の GH 濃度と Ca 濃度の間には明らかな相関はみられなかった。

### 2. 血漿 GH とロース芯脂肪交雑の関係

血漿 GH 濃度とロース芯の脂肪交雑の間には負の相関の傾向があるが、とくに高脂肪交雑

牛群では有意に近い負の相関がみられた。高脂肪交雑状態すなわち低甲状腺機能状態における GH 分泌能力の低下が原因である。これは GH は TSH によっても分泌刺激を受ける<sup>1)</sup> ことから肯定できることである。

### 3. 血漿の GH と脂質の関係

血漿の GH 濃度は TG 濃度または NEFA 濃度とは相関がみられなかったが血漿 LPO 濃度とは有意な高い負相関があった。これは GH は脂肪の動員と共に組織における酸化・分解を促進するためと思われる。血漿 GH は TCh 濃度と低脂肪交雑牛群ではや、正相関の傾向がみられるが、高脂肪交雑牛群ではや、負相関の傾向がある。また血漿 GH は ECh 濃度と低脂肪交雑牛群では正相関の傾向がや、みられるが高脂肪交雑牛群ではそれがみられない。これらのことは GH は血漿 ECh を増すが高脂肪交雑牛群ではその程度が小さいことを示す。血漿 GH は高脂肪交雑牛群では TCh の濃度の減少を生ずる傾向のあることを示す。これは GH が血漿の遊離コレステロールを減らす傾向のあることを意味する。従って GH は高脂肪交雑牛群では脂肪組織の脂質の分解・動員の減少、TCh 濃度の低下に関係していることが、 $T_4$  分泌量の減退している高脂肪交雑牛群で明らかになったものである。

### 4. 血漿の GH とリポ蛋白質の濃度間の関係

血漿の GH 濃度は高脂肪交雑牛群において HDL および LDL の濃度と夫々、負相関がみられ、低脂肪交雑牛群においては LDL 濃度と著しく高い有意な負相関のあることを示す。これは GH が LDL の減少を招くが、とくに低脂肪交雑牛群で著しい。これは GH が LDL の蛋白部分を組織蛋白質の構成に利用し、脂肪部分をエネルギー源として利用することを意味するものと考えられる。

### 5. 血漿の GH と他のホルモンの関係

血漿の GH 濃度は  $T_3$  濃度とは有意な正相関、TSH 濃度とは負相関の傾向があり、 $T_4$  濃度とは相関がみられなかった。これは GH は TH-RH によっても分泌刺激を受け<sup>18)</sup> ることからも理解できる。また脂肪からの血糖生産に関し、 $T_3$  と GH が、略々相似た作用をすることを意味するものと思われる。

## 摘 要

黒毛和種去勢肥育牛 30 頭のと殺時血液を採り、その血漿中の成長ホルモン (GH) の濃度を測定した。また血漿の脂質、ホルモンその他血漿成分の濃度を測定し、GH 濃度との相関を求めた。血漿 GH 濃度と枝肉ロース芯の脂肪交雑値との間には負の相関関係が得られた。これは成長ホルモンは筋肉の脂肪交雑に対する負の要因であり、牛の肥育の仕上期には GH 分泌の刺激要因を避ける必要のあることが示唆された。

## 謝 辞

本研究を行うに当り倉敷中央病院脳神経外科部長医学博士荒木攻氏の支援を受けた。ここに記して深謝の意を表する。

## 文 献

- 1) ADLER, J. H., A. SMITH, and F. GANONG: Vet Rec・75, 304-307 (1963)
- 2) 赤松 茂: 生化学, 共立出版, 東京 (1955)
- 3) ENGEL, H. R. and B. SMITH: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 98, 753-755 (1958)
- 4) FLOYED, J. C.: Clin. Res. 13, 322-324 (1965)
- 5) 藤井達三・小延鑑一: 臨床医化学入門, 広川書店・東京 (1973)
- 6) GANONG, W. F.: Review of Medical Physiology, Maruzen Asian Edition (1973)
- 7) GOH, Gwang-Du and H. WADA: Sci. Rept. Facult. Agriculture, Okayama Univ. 60, 33-37 (1982)

- 8) HAFS, H. D., R. W. PARCHAS, A. M. PEARSON: J. Animal Sci. **33**, 64-71 (1971)
- 9) HUTTON, J. B.: J. Endocrinol **16**, 115-125 (1957)
- 10) DJAGRA, I. B. and H. WADA: Sci. Rept. Facul. Agr. Okayama Univ. **56**, 37-45 (1980)
- 11) JOHNSON, H. D. and W. J. VANJONACK: J. Dairy Sci. **59**, 1603-1617 (1976)
- 12) KNOBIL, E.: Proc. Soc. Expt. Biol. Med. **101**, 288-289 (1959)
- 13) LEE, S. D., and W. F. WILLIAMS: J. Dairy Sci. **45**, 893-897 (1962)
- 14) LINDSAY, D. B.: Endocrine control of metabolism in ruminants, 235-241. Indigestive physiology and nutrition of the ruminant. Lewis, D. ed. Butterworth's London, London (1961)
- 15) MACHLIN, L. J., T. TAKAHASHI, W. K. JOHNSON: Growth Hormone, Proc. 1st Intern. Sympo. proc. 292-305 (1965)
- 16) 新延新吉: 生化学, 広川書店・東京 (1958)
- 17) SCHALCH, D. S.: J. Lab. Clin. Med. **69**, 256-269 (1967)
- 18) TRENKLE, A. and DAVID G. TOPEL: J. Animal Sci. **46**, 1604-1609 (1978)
- 19) VITALE, J. J., FLOYED, J. C., and V. SMITH: J. Biol. Chem. **226**, 597-601 (1957)
- 20) 和田 宏, 高 光斗, 奥島史朗: 岡山大学農学報, **60**, 11-25 (1982)
- 21) 和田 宏, 高 光斗, I. B. DJAGRA, 奥島史朗. 岡山大学農学報 **61**, 33-38 (1983)